UEBER DEN

EINFLUSS DES KRYSTALLWASSERS AUF DIE ELECTRISCHE LEITUNGSFÄHIGKEIT VON SALZLÖSUNGEN.

INAUGURAL-DISSERTATION

DER

HOHEN PHILOSOPHISCHEN FACULTÄT

DER

UNIVERSITÄT ERLANGEN

ZUR

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

VORGELEGT

VON

J. TRÖTSCH.

LEIPZIG,
JOHANN AMBROSIUS BARTH.
1890.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

Einleitung.

Bei der Discussion der bei Salzlösungen auftretenden Erscheinungen ist es von Wichtigkeit, zu untersuchen, in wie weit dieselben dadurch bedingt werden, dass eventuell ein Theil des Lösungsmittels sich mit dem Salze zu Hydraten etc. zusammenlagert. Nach allen bisherigen Untersuchungen darf man annehmen, dass mit der Temperatur und vielfach auch mit der Concentration die Zusammensetzung etwa vorhandener Hydrate sich ändert.

Vorliegende Arbeit ist ein Versuch, um die Frage zu entscheiden, ob und welchen Einfluss das Krystallwasser auf die electrische Leitfähigkeit ausübt.

Da nach der Kohlrausch'schen Methode (mittelst Wechselströmen und Telephon) der electrische Widerstand von Lösungen sich bequem und sicher messen lässt, so sind in neuerer Zeit sehr viele Arbeiten über diesen Gegenstand von den Herren F. Kohlrausch, Ostwald, Arrhenius u. a. ausgeführt worden. Doch wurden diese Bestimmungen grösstentheils nur bei gewöhnlichen Lufttemperaturen angestellt und zur Berechnung der Temperaturcoëfficienten nur auf relativ kleine Temperaturintervalle ausgedehnt. Die Grösse der electrischen Leitfähigkeit, sowie deren Abhängigkeit von Concentration und Temperatur ist hierdurch für viele Lösungen bestimmt und durch Zahlen festgestellt. Um aber entscheiden zu können, ob das Krystallwasser einen Einfluss auf die electrische Leitfähigkeit ausübt, müssen die Untersuchungen auch auf höhere Temperaturen ausgedehnt werden, da eine Abspaltung des Krystallwassers von den Salzmolecülen erst bei relativ hohen Temperaturen eintritt. Hr. Prof. Dr. E. Wiedemann in Erlangen regte mich an, dieser Frage näher zu treten und über dieselbe Untersuchungen anzustellen. Ich sage ihm für diese Anregung, sowie für seine

freundliche und werthvolle Unterstützung während meiner Arbeit allerbesten Dank.

Hr. F. Kohlrausch[1]) hat bereits in seiner ersten Arbeit (im Jahre 1878) über das electrische Leitungsvermögen von Salzlösungen auf einen eventuellen Einfluss des Krystallwassers aufmerksam gemacht, und zwar gelegentlich seiner Untersuchungen über das schwefelsaure Natron, welches bei 33° sein Krystallwasser verliert. Hr. F. Kohlrausch machte seine Messungen bei Temperaturen zwischen 15° und 80°, konnte aber einen Einfluss des Krystallwassers auf die electrische Leitfähigkeit nicht constatiren, doch hielt er eine weitere Untersuchung der Frage nicht für überflüssig.

Hr. Professor E. Wiedemann[2]) hatte bereits früher Hrn. Seyffert veranlasst, wegen dieser Frage Lösungen von Kupferchlorid zu untersuchen. Derselbe fand, dass die Leitfähigkeit bei höheren Temperaturen nicht in demselben Maasse zunahm, wie bei niederen.

Während ich bereits mit meiner Arbeit beschäftigt war, veröffentlichte Hr. Arrhenius[3]) Resultate über seine Messungen der electrischen Leitfähigkeit verschiedener Lösungen bei 18° und 52°. Bei unterphosphoriger- und Phosphorsäure bestimmte er die Temperaturcoëfficienten bei noch höheren Temperaturen und fand, dass sie über 50°, resp. 74° negativ wurden. Als Grundlage seiner Erklärungen dient ihm die Dissociationstheorie.[4])

---

1) F. Kohlrausch, Wied. Ann. 6. p. 28. 1878.

2) E. Wiedemann, Rep. Brit. Assoc. Manchester.

3) Arrhenius, Zeitschr. f. phys. Chem. 4. p. 1.

4) Nachdem ich bereits meine Arbeit beendigt und auf Grund derselben promovirt hatte (Novbr. 1889), fand ich in der Zeitschrift für physikalische Chemie 5. p. 250 Untersuchungen von Hrn. E. Krannhals über die electrische Leitfähigkeit einiger Lösungen bei Temperaturen zwischen 18° und 100°. Am Schlusse sagt er:

„Jedenfalls scheint mir aus meinen Versuchen hervorzugehen, dass der Einfluss der Temperatur auf den Dissociationsgrad bei den Electrolyten, welche schon bei gewöhnlicher Temperatur in ziemlich concentrirter Lösung stark dissociirt sind, nur ein geringer ist, und die grosse Zunahme der Leitfähigkeit mit der Temperatur durch Verminderung der inneren Reibung zu erklären ist.“

Der Vorgang der Electrolyse an und für sich drängt uns zu der Frage, ob das Krystallwasser hierbei nicht eine Rolle spielt. Nach dem Faraday'schen Gesetz bewegt sich die Electricität in Electrolyten nur gleichzeitig mit den Ionen. Von der Zerlegung der Salzmolecüle in ihre Ionen, von deren Zahl, Zusammensetzung und Bewegung muss also die electrische Leitfähigkeit abhängen. Ueber die Natur der Ionen ist man aber in vielen Fällen noch unsicher, da die primären Ionen mit einer verschiedenen Anzahl unveränderter Salz- oder Wassermolecüle verbunden wandern können. Es wäre sonach möglich, dass die Ionen mit den an sie angelagerten Krystallwassermolecülen als Träger der Electricität auftreten könnten. Unwahrscheinlich dürfte sein, dass bei der Zerspaltung der Salzmolecüle in ihre electropositiven und negativen Bestandtheile auch die Molecüle des gebundenen Krystallwassers in ihre Ionen H und O getrennt werden. (Der rasch wandernde Wasserstoff würde dann natürlich die Leitfähigkeit erhöhen).

Je nach den Annahmen über die Constitution der Electrolyte, je nachdem wir die Bildung von Hydraten in den Lösungen annehmen oder die Electrolyte bereits (wenigstens theilweise) in ihre Ionen dissociirt uns denken, wird auch die Zusammensetzung der Ionen eine andere sein und deshalb die Frage, ob das Krystallwasser die electrische Leitfähigkeit beeinflusst, bejahend oder verneinend ausfallen.

Nach der von Hrn. G. Wiedemann[1]) aufgestellten Theorie laden sich die Ionen der Salzmolecüle durch den galvanischen Strom mit gleichen, aber entgegengesetzten Electricitätsmengen. Dadurch erhalten sie Geschwindigkeiten, welche umgekehrt proportional ihren Massen sind, die aber durch Reibungswiderstände, welche die Ionen auf ihrem Wege treffen, vermindert werden. Der Widerstand eines Electrolyten wird demnach beeinflusst durch die Reibung der Ionen an einander und am Lösungswasser, dann aber auch

---

Bei Berechnung der electrischen Dissociationswärme nach der von Arrhenius gegebenen Formel erhielt er Werthe, die von denen von Arrhenius sehr verschieden waren.

1) G. Wiedemann, Electr. 2. p. 943.

noch durch die Reibung von unzersetzt fortgeführten Salzmolecülen an der Lösung. So lange nun ein Salz als Hydrat in seinen Lösungen existirt, sind die Reibungsverhältnisse der Ionen jedenfalls andere, wie nach Absonderung des Krystallwassers. Demnach kann sich durch das Krystallwasser nicht bloss die Zusammensetzung der Ionen, sondern auch deren Geschwindigkeit ändern.

Aendert sich mit der Temperatur oder auch mit der Concentration der Krystallwassergehalt, so müssten infolge dessen die bezüglichen Curven für die electrische Leitfähigkeit eine entsprechende Aenderung zeigen. Dass viele Lösungen mit zunehmendem Salzgehalt ein Maximum der Leitfähigkeit zeigen, mag seinen Grund in der Bildung von Hydraten haben. Nach unseren bisherigen Erfahrungen spaltet sich das Krystallwasser mit steigender Temperatur allmählich ab. Durch diese Absonderung wird sonach keine sprungweise Aenderung in der Leitfähigkeit eintreten. Doch kann z. B. durch die Abspaltung des Krystallwassers das Anwachsen der Leitfähigkeit mit der Temperatur verzögert werden und die Curve für die Leitfähigkeit müsste demnach für die Temperatur, bei der dies stattfindet, einen Wendepunkt haben.

Würden durch den Strom auch unzersetzte Molecüle fortgeführt, dann wäre auch auf deren Reibung Rücksicht zu nehmen. Als Grund für diese Annahme mag die Analogie zwischen Zähigkeit und Leitungswiderstand gelten, dann aber auch der Zusammenhang zwischen Diffusionsvermögen und Leitfähigkeit, da bei der Diffusion die Reibung der Salzmolecüle an der Lösung von grossem Einfluss ist. Findet wirklich eine solche Fortführung von unzersetzten Salzmolecülen statt, dann wäre es natürlich nicht gleichgiltig, ob sie mit Krystallwassermolecülen beladen sind oder nicht.

Nach der neueren Theorie, wie sie im Anschluss an die Anschauungen von Clausius von den Herren Arrhenius und Ostwald[1]) entwickelt wurde, sind die Salze in ihren Lösungen, namentlich in verdünnten, grösstentheils in ihre Ionen dissociirt. Diese von selbst zerfallenen Antheile dienen als Träger der sich bewegenden Electricität. Nach dieser

1) Ostwald, Grundriss der allgem. Chemie p. 271.

Dissociationstheorie hängt also die Leitfähigkeit eines Electrolyten hauptsächlich von der Anzahl der vorhandenen freien Ionen ab, da mit diesen allein die Electricität wandert.

Sind nun neben diesen zerfallenen Ionen in der Lösung auch noch ganze, Hydratwasser enthaltende Molecüle enthalten, so könnte das mit dem Salz verbundene Krystallwasser nur einen secundären Einfluss auf die electrische Leitfähigkeit haben, indem die Reibung der wandernden Ionen an den mit Wasser verbundenen Salzmolecülen eine andere wäre, wie an den wasserfreien.

Methode der Untersuchung.

Ich führte die Untersuchungen im physikalischen Laboratorium der kgl. Kreisrealschule zu Nürnberg aus, und zwar mittelst des Kohlrausch'schen Apparates unter Anwendung von Wechselströmen und Telephon.

Gewöhnlich arbeitete ich zu gleicher Zeit mit drei Widerstandsgefässen (verfertigt von Hrn. Hildenbrand in Erlangen). Dieselben bestanden aus zwei verticalen cylinderförmigen Gläsern von ungefähr 2,6 cm Durchmesser und 6 cm Höhe, welche durch ein 6 cm langes horizontales Rohr von 8 mm Durchmesser verbunden waren. Die theils aus Holz, theils aus Hartgummi verfertigten Deckel ragten ungefähr 1,5 cm in das Gefäss hinein. Durch jeden Deckel ging ein dicker Kupferdraht, welcher aussen eine Klemmschraube trug und an den innen ein Platindraht angelöthet war, der eine kreisrunde Platinelectrode trug. Die Electroden hatten ungefähr 2,4 cm Durchmesser und waren nach unten concav, in der Mitte aber durchbohrt, um das Ansammeln von Luftblasen zu verhindern. Sie standen nahe dem Boden der Gefässe, ungefähr $2^1/_2$ cm unter dem Flüssigkeitsniveau, und wurden von Zeit zu Zeit mit Platinschwarz überzogen. (Ich brachte hierzu einfach die Electrode mit einem Zinkstabe in einer Platinchloridlösung zur Berührung.) Gewöhnlich genügten 30 bis 40 ccm der Lösung zum Füllen der Widerstandsgläser (bis zu $^2/_3$ ihrer Höhe).

Da sich bei den hohen Temperaturen leicht Luftblasen am Verbindungsrohr oder auch an den Electroden ansetzen konnten, so wurden diese durch öfteres Klopfen an den Ge-

fässen entfernt. Ein Haupterforderniss für meine Untersuchungen war, dass die Lösung während der Untersuchung immer die gleiche Concentration behielt.

Ein Verdampfen des Lösungswassers, wie es bei hohen Temperaturen beträchtlich auftreten würde, musste demnach verhütet werden. Durch luftdichten Verschluss der Gläser mittelst der Deckel lässt sich dies nicht gut erreichen, da hierdurch in den beiden Schenkeln leicht verschiedene Spannungen eintreten könnten und die Flüssigkeit dann in denselben verschieden hoch stehen würde. Auch könnten dadurch die Gläser leicht zerspringen. Hr. Prof. E. Wiedemann gab mir deshalb den Rath, die Lösungen in den Widerstandsgefässen durch Paraffin abzusperren. Dies schwimmt auf den Lösungen, schmizt zwischen 40 bis 50° und bildet dann eine gut verschliessende flüssige Schicht. Beim Erkalten erstarrt das Paraffin zu einer runden Scheibe, die leicht abgehoben und von neuem benutzt werden kann. Hierdurch erreichte ich meinen Zweck vollkommen. Bei Messungen, die ich zur Controle rückwärts, von höheren Temperaturen zu niederen, machte, bekam ich dieselben Resultate wie aufwärts. Gewöhnlich controlirte ich meine Messungen dadurch, dass ich am Tage nach den Untersuchungen den Widerstand der Lösungen bei einer niederen Temperatur z. B. 18° noch einmal bestimmte, wobei ich fast immer genau das frühere Resultat erhielt.

Die Gefässe wurden in Drahtgestelle eingehängt und so nebeneinander in ein Wasserbad gestellt, das ungefähr 8 l Inhalt hatte. Wichtig war es, beim Erwärmen die Temperatur des Bades bei den einzelnen Messungen, welche ich von 10 zu 10 Grad machte, längere Zeit constant zu erhalten. Durch viele Vorversuche gelang mir dies bei entsprechendem Umrühren des Wassers und Regulierung der Flamme ganz gut. Zum Umrühren des Wassers benützte ich einen plattenförmigen Rührer, der drei Ausschnitte hatte, um die Widerstandsgefässe frei zu lassen, und durch zwei Handhaben bequem auf- und niederbewegt werden konnte. Da die Gefässe beständig im Bade blieben und die Erwärmung langsam vor sich ging, so nahmen die Lösungen in demselben Maasse eine höhere Temperatur an, wie das die

Widerstandsgefässe umgebende Wasser. Deshalb war es auch nicht nothwendig, allzulange mit den Ablesungen zu warten. Ich überzeugte mich, dass die Widerstände gleich blieben, mochte ich sie nach 5 oder 15 Minuten, nachdem die Temperatur eine constante geworden war, bestimmen.

Der Strom wurde nur für die zum Einstellen nothwendige kurze Zeit durch die Lösungen geleitet. Als Stromwechsler benützte ich einen kleinen Inductionsapparat, der in einem verschlossenen Schrank aufgestellt war. Die Einstellungen wurden mittelst Telephon gemacht. Bei vielen Lösungen verschwand der Strom und damit das Geräusch im Telephon fast vollkommen; bei anderen konnte ich mit Sicherheit das Minimum bestimmen.

Um die Leitfähigkeiten der einzelnen Lösungen nach absolutem Maass (Leitfähigkeit des Quecksilbers bei $18^0 = 10^8_*$) bestimmen zu können, wurden die drei Widerstandsgefässe bei 18^0 geaicht. Ich benützte hierzu nach Kohlrausch's Vorschlag: 1) eine gesättigte Kochsalzlösung von 26,4 Proc., dem specifischen Gewicht 1,201 und der Leitfähigkeit $l = 2016$; 2) eine Bittersalzlösung von 17,3 Proc., dem specifischen Gewicht 1,187 und der Leitfähigkeit $l = 456$. (Dabei ist die Leitfähigkeit von Quecksilber gleich 10^8 gesetzt.)

Die Widerstände (w) der Kochsalzlösung in den einzelnen Gefässen waren (in Ohm):

$w =$ I. 111,33 II. 103,50 III. 101,05.

Hieraus berechneten sich die Capacitäten $k = wl$:

$k =$ I. 0,002 244 II. 0,002 087 III. 0,002 037.

Bei Bittersalz:

$w =$ I. 492,42 II. 458,3 III. 445,6,
$k =$ I. 0,002 245 II. 0,002 090 III. 0,002 031.

Die beiden Messungen stimmen also gut überein. — Als Vergleichungswiderstand wurden gewöhnlich 100 Ohm, bei verdünnten Lösungen auch 1000 Ohm benutzt.

Die untersuchten Lösungen, deren Leitfähigkeiten und Temperaturcoëfficienten.

Die Stoffe zur Herstellung meiner Lösungen bezog ich grösstentheils aus der Fabrik der Herren Merck in Darmstadt. Gewöhnlich stellte ich zuerst eine concentrirtere Lösung her, indem ich ein genau abgewogenes Quantum Salz in einem genau abgemessenen Volumen destillirten Wassers (gewöhnlich 100 ccm) löste. Aus dieser concentrirten Lösung wurden nach und nach verdünntere Lösungen hergestellt. Ich füllte ein kleines Gefäss, dessen Volumen durch Wägung mit und ohne Wasser bestimmt war, mit der Lösung und verdünnte diese dann durch Zusatz einer abgewogenen Wassermenge. Oefters stellte ich verdünnte Lösungen auch direct her.

Ich zog in den Kreis meiner Untersuchungen nicht blos Salze, die in ihren Lösungen als Hydrate gelten, sondern auch solche, die als wasserfrei angenommen werden, um einen eventuellen Unterschied zwischen beiden hinsichtlich des Anwachsens ihrer electrischen Leitfähigkeit mit zunehmender Temperatur zu constatiren. Von wasserfreien Salzen untersuchte ich von $NaCl$, KCl, $KClO_3$, KNO_3, NH_4Cl, K_2SO_4; von wasserhaltigen Salzen von den Sulfaten Na_2SO_4, $MgSO_4$, $ZnSO_4$, $CuSO_4$, $FeSO_4$, sowie von den Chloriden $CaCl_2$, $CuCl_2$, $CoCl_2$. Namentlich den beiden letzten schenkte ich besondere Aufmerksamkeit, weil sie charakteristische Farbenwechsel zeigen, als deren Ursachen meist Veränderungen in den Hydratbildungen gelten. Ich untersuchte deshalb auch Gemische dieser Lösungen mit wasserentziehenden Mitteln, z. B. Chlornatrium und Chlorkalium. — Auch etliche Doppelsalze untersuchte ich, so Kaliumkupfersulfat, Kaliumzinksulfat und Kaliumkupferchlorid, die freilich in der Lösung in ihre Componenten zerfallen sind.

Die specifischen Gewichte s wurden mit dem Sprengel'schen Pyknometer bei 18° bestimmt. Aus diesen wurde bei vielen Lösungen (so beim Kupfer- und Cobaltchlorid) mit Hülfe von Gerlach's Tabellen der Procentgehalt berechnet. Bei anderen wurde dieser Gehalt direct aus den abgewogenen

Salz- und Wassermengen ermittelt. (p bedeutet hierbei p g Salz in 100 g der Lösung.)

In den folgenden Tabellen habe ich ausser p und s auch die Zahl m, d. i. die Anzahl der electrolytischen Molecüle (Grammäquivalente) in der Volumeneinheit (l) der Lösung bei 18^0 angegeben. Da in 1 g der Lösung $p/100$ g Salz sind, so sind in 1 ccm, welcher s g wiegt, $p.s/100$ g Salz, also im Liter $1000.ps/100$ g. Diese Zahl durch das chemische Aequivalentgewicht A dividirt, gibt die Zahl m, also:

$$m = \frac{ps}{100\,A} \cdot 1000.$$

Diese Zahlen m sind natürlich nur relative.

Ferner ist bei jeder Lösung w_{18} und l_{18}, d. i. Widerstand und Leitfähigkeit bei 18^0 angegeben (daneben die Nummer des Gefässes, mit dem die Messungen angestellt werden). Setzt man die Leitfähigkeit des Quecksilbers $= 1$, so sind diese Werthe von l_{18} mit 10^{-8} zu multipliciren.

Unter t sind die Temperaturen, unter w die zugehörigen Widerstände verzeichnet. Bei den Leitfähigkeiten l nahm ich bei jeder Lösung $l_{18} = 1$ an und die Zahlen unter l wären also mit dem l_{18} (über der Tabelle) zu multipliciren, um absolute Leitfähigkeiten zu erhalten. Doch handelt es sich bei meiner Arbeit weniger um die Messung und Vergleichung der Leitfähigkeiten verschiedener Lösungen, als um den Verlauf der Curve für die Leitfähigkeit in einem grossen Temperaturintervall. Dieser Verlauf ist am besten aus den Differenzen d ersichtlich; dieselben geben den Zuwachs der Leitfähigkeit von 10 zu 10 Grad an. Ausserdem habe ich noch die Temperaturcoëfficienten (α_0, α_{10}, α_{80}) unter jeder Tabelle nagegeben; dieselben geben die mittlere Vergrösserung der Leitfähigkeit an für 1^0 (die bei 18^0 gleich 1 gesetzt) und wurden aus der Formel:

$$l_t = l_{18}\left(1 + \alpha_t(t - 18)\right)$$

berechnet.

Tabellen.

I. NaCl.

t	w	l	d
	1) $p = 26{,}4$ $s = 1{,}201$ $m = 5{,}42$ $w_{18} = 101{,}04$ $l_{18} = 2016$ (III)		
20	97,01	1,042	
30	78,73	1,283	0,241
40	65,76	1,537	254
50	56,32	1,794	257
60	49,19	2,054	260
70	43,58	2,319	265
80	39,08	2,585	266
	$\alpha_{40} = 0{,}0244$	$\alpha_{80} = 0{,}0256$	
	2) $p = 20$ $s = 1{,}1445$ $m = 3{,}91$ $w_{18} = 111{,}64$ $l_{18} = 1824$ (III)		
−13	267,65	0,417	
0	172,48	0,647	0,177
10	133,65	0,835	188
20	106,61	1,047	212
30	88,11	1,267	220
40	74,52	1,498	231
50	64,47	1,732	234
60	56,62	1,972	240
70	50,65	2,214	242
80	45,39	2,459	245
	$\alpha_0 = 0{,}0196$	$\alpha_{40} = 0{,}0227$ $\alpha_{80} = 0{,}0235$	
	3) $p = 4{,}76$ $s = 1{,}0309$ $m = 0{,}84$ $w_{18} = 346{,}4$ $l_{18} = 588$ (III)		
10			
20	331,0	1,047	
30	272,6	1,271	0,224
40	228,6	1,515	244
50	196,9	1,759	244
60	172,5	2,008	249
70	153,3	2,260	252
80	137,8	2,514	254
	$\alpha_{40} = 0{,}0234$	$\alpha_{80} = 0{,}0244$	

II. KCl.

w	l	d
1) $p = 19{,}3$ $s = 1{,}1308$ $m = 2{,}93$ $w_{18} = 84{,}91$ $l_{18} = 2456$ (II)		
82,72	1,027	
70,71	1,201	0,174
61,61	1,377	176
54,78	1,551	174
49,32	1,722	171
44,88	1,892	170
41,20	2,061	169
$\alpha_{40} = 0{,}0171$	$\alpha_{80} = 0{,}0171$	
2) $p = 8$ $s = 1{,}0519$ $m = 1{,}13$ $w_{18} = 181{,}8$ $l_{18} = 1147$ (II)		
175,5	1,036	
147,2	1,235	0,199
126,1	1,441	206
110,9	1,640	199
98,88	1,839	199
89,21	2,038	199
81,68	2,236	198
$\alpha_{40} = 0{,}0200$	$\alpha_{80} = 0{,}0200$	
3) $p = 2{,}4$ $s = 1{,}0135$ $m = 0{,}33$ $w_{18} = 695{,}6$ $l_{18} = 323$ (I)		
825,9	0,842	
666,3	1,044	0,202
554,5	1,254	210
469,2	1,483	229
406,6	1,711	228
358,7	1,939	228
320,7	2,169	230
289,9	2,399	230
$\alpha_{40} = 0{,}0219$	$\alpha_{80} = 0{,}0226$	

III. $KClO_3$.

t	w	l	d
	1) $p = 3{,}9$ $s = 1{,}0228$ $m = 0{,}33$ $w_{18} = 769{,}6$ $l = 292$ (I)		
10	918,3	0,838	
20	738,2	1,042	0,204
30	608,2	1,265	223
40	514,3	1,496	231
50	445,0	1,729	233
60	391,8	1,964	235
70	350,1	2,198	234
80	316,4	2,432	234
	$\alpha_{40} = 0{,}0225$	$\alpha_{80} = 0{,}0231$	

IV. KNO_3.

w	l	d
1) $p = 9{,}1$ $s = 1{,}0555$ $m = 0{,}95$ $w_{18} = 317{,}7$ $l_{18} = 657$ (II)		
377,3	0,842	
305,2	1,041	0,199
253,6	1,253	212
214,5	1,475	222
187,0	1,700	225
165,0	1,925	225
147,8	2,150	225
133,8	2,375	
$\alpha_{40} = 0{,}0216$	$\alpha_{80} = 0{,}0222$	

III. $KClO_3$.

t	w	l	d
	2) $p = 1$ $s = 1{,}0032$ $m = 0{,}08$ $w_{18} = 2760$ $l_{18} = 81$ (I)		
10	3292	0,838	
20	2630	1,049	0,211
30	2166	1,274	225
40	1826	1,511	237
50	1574	1,749	238
60	1390	1,987	238
70	1238	2,228	241
80	1116	2,472	244
	$\alpha_{40} = 0{,}0232$	$\alpha_{80} = 0{,}0237$	

IV. KNO_3.

w	l	d
2) $p = 2$ $s = 1{,}0103$ $m = 0{,}20$ $w_{18} = 1243$ $l_{18} = 168$ (II)		
1478	0,841	
1188	1,046	0,205
984,9	1,262	216
833,2	1,492	230
719,7	1,727	235
634,0	1,961	234
566,2	2,196	235
510,6	2,435	239
$\alpha_{40} = 0{,}0223$	α_{80} 0,0231	

V. NH_4Cl.

t			
	1) $p = 19{,}9$ $s = 1{,}0553$ $m = 3{,}95$ $w_{18} = 72{,}21$ $l_{18} = 3107$ (I)		
20	69,92	1,033	
30	60,36	1,196	0,163
40	52,91	1,365	169
50	47,19	1,530	165
60	42,69	1,691	161
70	38,95	1,854	163
80	35,79	2,017	163
	$\alpha_{40} = 0{,}0166$	$\alpha_{80} = 0{,}0164$	

2) $p = 4{,}76$ $s = 1{,}0118$ $m = 0{,}90$ $w_{18} = 276{,}9$ $l_{18} = 810$ (I)		
266,6	1,039	
222,6	1,244	0,205
189,7	1,460	216
166,0	1,672	212
146,3	1,893	221
130,9	2,115	222
118,7	2,333	218
$\alpha_{40} = 0{,}0209$	$\alpha_{80} = 0{,}0215$	

VI. K_2SO_4.

$p = 4{,}76$ $s = 1{,}0365$ $m = 0{,}565$ $w_{18} = 503{,}5$ $l_{18} = 404$ (III).

t	w	l	d
20	486,2	1,036	
30	401,8	1,253	0,217
40	340,1	1,480	227
50	295,4	1,704	224
60	260,9	1,930	226
70	233,5	2,156	226
80	213,5	2,381	225
	$\alpha_{40} = 0{,}0218$	$\alpha_{80} = 0{,}0222$	

VII. Na_2SO_4.

t	w	l	d
	1) $p = 7{,}4$ $s = 1{,}0681$ $m = 1{,}11$ $w_{18} = 392{,}6$ $l_{18} = 519$ (III)		
10			
20	374,4	1,049	
30	302,4	1,298	0,249
40	252,7	1,553	255
50	215,8	1,820	267
60	188,5	2,083	263
70	167,7	2,343	260
80	151,0	2,601	258
	$\alpha_{40} = 0{,}0252$	$\alpha_{80} = 0{,}0258$	

w	l	d
2) $p = 3{,}7$ $s = 1{,}0334$ $m = 0{,}54$ $w_{18} = 664{,}5$ $l_{18} = 306$ (III)		
809,1	0,821	
632,6	1,050	0,229
513,5	1,294	244
427,1	1,556	262
365,1	1,820	264
318,4	2,087	267
283,1	2,347	260
255,2	2,604	257
$\alpha_{40} = 0{,}0252$	$\alpha_{80} = 0{,}0259$	

VIII. $MgSO_4$.

t	w	l	d	w	l	d
	1) $p = 17{,}3$ $s = 1{,}187$ $m = 3{,}41$ $w_{18} = 492{,}4$ $l_{18} = 456$ (I)			2) $p = 2{,}3$ $s = 1{,}0215$ $m = 0{,}39$ $w_{18} = 1681$ $l_{18} = 124$ (I)		
10				2030	0,828	0,220
20	469,2	1,050	0,261	1604	1,048	230
30	375,7	1,311	278	1315	1,278	243
40	309,8	1,589	276	1105	1,521	217
50	264,0	1,865	261	967,3	1,738	215
60	231,6	2,126	250	860,5	1,953	186
70	207,1	2,376	223	785,7	2,139	178
80	189,4	2,599		724,1	2,317	
	$\alpha_{40}=0{,}0268$	$\alpha_{80}=0{,}0258$		$\alpha_{40}=0{,}0237$	$\alpha_{80}=0{,}0212$	

IX. $CuSO_4$.

	1) $p = 14{,}75$ $s = 1{,}1586$ $m = 2{,}14$ $w_{18} = 583{,}5$ $l_{18} = 385$ (I)			2) $p = 5{,}16$ $s = 1{,}0526$ $m = 0{,}68$ $w_{18} = 1238$ $l_{18} = 181$ (I)		
20	556,6	1,048	0,223	1187,2	1,043	0,213
30	459,3	1,271	237	986,1	1,256	207
40	386,9	1,508	225	846,7	1,463	184
50	336,7	1,733	197	751,9	1,647	163
60	302,4	1,930	178	684,1	1,810	123
70	276,8	2,108	158	640,7	1,933	96
80	257,5	2,266		610,3	2,029	
	$\alpha_{40}=0{,}0231$	$\alpha_{80}=0{,}0204$		α_{40} 0,0210	$\alpha_{80}=0{,}0166$	

X. $ZnSO_4$.

	1) $p = 17{,}3$ $s = 1{,}1$ 986 $m = 2{,}57$ $w_{18} = 491{,}0$ $l_{18} = 425$ (II)			2) $p = 5{,}01$ $s = 1{,}0528$ $m = 0{,}65$ $w_{18} = 1136$ $l_{18} = 184$ (II)		
20	469,2	1,047	0,244	1089	1,043	0,222
30	380,3	1,291	258	897,5	1,265	224
40	317,0	1,549	244	762,7	1,489	205
50	273,8	1,793	232	670,6	1,694	187
60	242,5	2,025	215	603,9	1,881	160
70	219,2	2,240	184	556,4	2,041	
80	202,6	2,424				
	$\alpha_{40}=0{,}0249$	$\alpha_{80}=0{,}0230$		$\alpha_{40}=0{,}0222$	$\alpha_{70}=0{,}0200$	

XI. $FeSO_4$.

	1) $p = 18{,}1$ $s = 1{,}1934$ $m = 2{,}83$ $w_{18} = 518{,}1$ $l_{18} = 433$ (I)			2) $p = 4{,}9$ $s = 1{,}0476$ $m = 0{,}67$ $w_{18} = 1198$ $l_{18} = 187$ (I)		
0	841,6	0,615				
10	633,7	0,817	0,202			
20	495,9	1,045	228	1153	1,039	0,218
30	406,8	1,273	228	953,1	1,257	221
40	345,4	1,500	227	810,3	1,478	202
50	301,6	1,718	218	712,9	1,680	198
60	268,3	1,931	213	638,0	1,878	175
70	244,0	2,123	192	583,5	2,053	141
80	226,8	2,284	161	546,1	2,194	
	$\alpha_0=0{,}0213$	$\alpha_{40}=0{,}0227$	$\alpha_{80}=0{,}0192$	$\alpha_{40}=0{,}0217$	$\alpha_{80}=0{,}0192$	

XII. $CaCl_2$.

t	w	l	d
	1) $p = 32$ $s = 1{,}3063$ $m = 7{,}52$ $w_{18} = 143{,}31$ $l_{18} = 1421$ (III)		
−10			
0,3			
10			
20	137,53	1,042	0,235
30	112,18	1,277	251
40	93,80	1,528	256
50	80,34	1,784	261
60	70,07	2,045	269
70	61,94	2,314	273
80	55,40	2,587	
	$\alpha_{40} = 0{,}0240$	$\alpha_{80} = 0{,}0256$	
	2) $p = 19{,}2$ $s = 1{,}1732$ $m = 4{,}05$ $w_{18} = 128{,}94$ $l_{18} = 1579$ (III)		
0			
10	152,08	0,848	0,195
20	123,61	1,043	207
30	103,17	1,250	225
40	87,44	1,475	228
50	76,15	1,693	227
60	67,17	1,920	217
70	60,33	2,137	216
80	54,79	2,353	
	$\alpha_{40} = 0{,}0216$	$\alpha_{80} = 0{,}0219$	
	3) $p = 4{,}5$ $s = 1{,}0366$ $m = 0{,}84$ $w_{18} = 359{,}4$ $l_{18} = 567$ (III)		
0			
10			
20	344,6	1,043	0,227
30	283,0	1,270	236
40	238,6	1,506	235
50	206,4	1,741	237
60	181,7	1,978	239
70	162,1	2,217	254
80	145,4	2,471	
	$\alpha_{40} = 0{,}0230$	$\alpha_{80} = 0{,}0237$	

$CuCl_2$.

t	w	l	d
	4) $p = 9$ $s = 1{,}0828$ $m = 1{,}45$ $w_{18} = 335{,}5$ $l_{18} = 669$ (I)		
0	504,6	0,665	0,186
10	394,1	0,851	193
20	321,4	1,044	198
30	270,1	1,242	197
40	233,1	1,439	187
50	206,3	1,626	178
60	185,9	1,804	152
70	171,5	1,956	137
80	160,3	2,093	
	$\alpha_0 = 0{,}0186$	$\alpha_{40} = 0{,}0200$	$\alpha_{80} = 0{,}0176$

XIII$_a$. $CuCl_2$.

w	l	d
1) $p = 35{,}2$ $s = 1{,}4518$ $m = 7{,}62$ $w_{18} = 343{,}5$ $l_{18} = 653$ (I)		
925,5	0,371	0,212
582,6	0,589	223
426,3	0,806	249
235,5	1,055	260
261,3	1,315	279
215,5	1,594	278
183,4	1,872	269
160,4	2,141	261
143,0	2,402	246
129,7	2,648	
$\alpha_0 = 0{,}0232$	$\alpha_{40} = 0{,}0270$	$\alpha_{80} = 0{,}0266$
2) $p = 28{,}75$ $s = 1{,}3443$ $m = 5{,}76$ $w_{18} = 267{,}6$ $l_{18} = 838$ (I)		
418,1	0,640	0,189
321,8	0,829	214
256,5	1,043	222
211,5	1,265	233
178,7	1,498	215
156,2	1,713	216
138,8	1,929	188
126,4	2,117	179
116,6	2,296	
$\alpha_0 = 0{,}0200$	$\alpha_{40} = 0{,}0226$	$\alpha_{80} = 0{,}0209$
3) $p = 18{,}2$ $s = 1{,}1985$ $m = 3{,}25$ $w_{18} = 234{,}2$ $l_{18} = 958$ (I)		
350,9	0,668	0,184
274,9	0,852	189
224,9	1,041	192
189,9	1,233	194
164,1	1,427	172
146,4	1,599	169
132,4	1,768	144
122,5	1,912	129
114,7	2,041	
$\alpha_0 = 0{,}0184$	$\alpha_{40} = 0{,}0194$	$\alpha_{80} = 0{,}0168$

XIII$_b$. $CuCl_2 + NaCl$.

Zu 100 g der 4. Lös. von $CuCl_2$ 4,42 g NaCl.

w	l	d
1) $s = 1{,}1138$ $w_{18} = 230{,}6$ $l_{18} = 973$ (I)		
272,7	0,845	0,197
221,3	1,042	202
185,4	1,244	210
158,5	1,454	203
139,1	1,657	201
124,1	1,858	180
113,1	2,038	168
104,5	2,206	
$\alpha_{40} = 0{,}0207$	$\alpha_{80} = 0{,}0195$	

$CuCl_2$.

5) $p = 1{,}35$ $s = 1{,}0123$ $m = 0{,}20$
$w_{18} = 1280$ $l_{18} = 175$ (I)

t	w	l	d
0	1985	0,645	
10	1528	0,837	0,192
20	1221	1,048	211
30	1013	1,264	216
40	851,2	1,504	240
50	738,5	1,733	229
60	655,6	1,952	219
70	596,2	2,147	195
80	548,0	2,336	189

$\alpha_0 = 0{,}0197$ | $\alpha_{40} = 0{,}0229$ | $\alpha_{80} = 0{,}0215$

$XIII_b$. $CuCl_2 + NaCl$.

2) NaCl verdoppelt.
$s = 1{,}1365$ $w_{18} = 186{,}1$ $l_{18} = 1205$ (I)

t	w	l	d
10,7	215,5	0,864	0,193
	178,3	1,044	202
	149,4	1,246	221
	126,9	1,467	210
	111,0	1,677	209
	98,69	1,886	196
	89,39	2,082	193
	81,12	2,275	

$\alpha_{40} = 0{,}0212$ | $\alpha_{80} = 0{,}0206$

$XIII_c$. $CuCl_2 + KCl$.

1) Zu 100 g d. 3. Lös. v. $CuCl_2$ 4,2 g KCl.
$w_{18} = 177{,}3$ $l_{18} = 1176$ (II)

10	208,4	0,851	0,190
20	170,4	1,041	194
30	143,6	1,235	197
40	123,8	1,432	185
50	109,6	1,617	179
60	98,73	1,796	162
70	90,55	1,958	148
80	84,20	2,106	

$\alpha_{40} = 0{,}0197$ | $\alpha_{80} = 0{,}0176$

2) KCl verdoppelt. $s = 1{,}2101$
$w_{18} = 149{,}6$ $l_{18} = 1407$

10,8	172,8	0,870	0,178
	144,8	1,033	194
	122,0	1,227	185
	106,0	1,412	183
	93,80	1,595	176
	84,50	1,771	157
	77,62	1,928	

$\alpha_{40} = 0{,}0187$ | $\alpha_{80} = 0{,}0178$

$XIII_d$. $CuCl_2 + HCl$.

Zu 42,7 ccm der 2. Lös. von $CuCl_2$ 15,57 g HCl vom spec. Gew. 1,178.
$s = 1{,}2992$ $w_{18} = 65{,}29$ $l_{18} = 3119$ (III)

0			
10	76,77	0,850	0,190
20	62,79	1,040	202
30	52,58	1,242	210
40	44,97	1,452	204
50	39,43	1,656	207
60	35,04	1,863	191
70	31,79	2,054	195
80	29,03	2,249	

$\alpha_{40} = 0{,}0210$ | $\alpha_{80} = 0{,}0201$

$XIII_e$. $CuCl_2 + CuO, H_2O$.

$p = 12{,}2$ $s = 1{,}120$
$w_{18} = 273{,}1$ $l_{18} = 821$ (I)

	405,1	0,674	0,173
	322,5	0,847	194
	262,3	1,041	193
	221,3	1,234	192
	191,6	1,426	175
	170,6	1,601	162
	154,9	1,763	148
	142,9	1,911	131
	133,7	2,042	

α_0 0,0181 | α_{40} 0,0194 | α_{80} 0,0168

XIV_a. $CoCl_2$.

1) $p = 24{,}3$ $s = 1{,}290$ $m = 6{,}61$
$w_{18} = 177{,}4$ $l_{18} = 1176$ (II)

0	273,1	0,649	
10	213,5	0,831	0,182
20	169,9	1,044	213
30	139,9	1,268	224
40	118,1	1,502	234
50	102,8	1,732	230
60	90,48	1,961	229
70	81,16	2,186	225
80	73,91	2,400	214
90	68,07	2,606	206

$\alpha_0 = 0{,}0194$ | $\alpha_{40} = 0{,}0228$ | $\alpha_{90} = 0{,}0221$

2) $p = 15{,}2$ $s = 1{,}1665$ $m = 3{,}71$
$w_{18} = 184{,}7$ $l_{18} = 1102$ (III)

	284,0	0,650	0,191
	219,7	0,841	204
	176,7	1,045	215
	146,7	1,260	225
	124,4	1,485	220
	108,3	1,705	220
	95,96	1,925	209
	86,57	2,134	198
	79,21	2,332	

$\alpha_0 = 0{,}0194$ | $\alpha_{40} = 0{,}0220$ | $\alpha_{80} = 0{,}0215$

XIV$_a$. $CoCl_2$.

t	w	l	d	t	w	l	d
	3) $p = 10$ $s = 1{,}100$ $m = 2{,}32$ $w_{18} = 247{,}9$ $l_{18} = 841$ (II)				4) $p = 2$ $s = 1{,}020$ $m = 0{,}43$ $w_{18} = 958{,}9$ $l_{18} = 218$ (II)		
0	393,8	0,629	0,195		1487,6	0,644	0,191
10	300,8	0,824	218		1148,2	0,835	219
20	237,8	1,042	219		909,2	1,054	233
30	196,6	1,261	227		745,2	1,287	248
40	166,7	1,488	226		624,7	1,535	248
50	144,6	1,714	226		537,7	1,783	245
60	127,8	1,940	224		472,7	2,028	242
70	114,6	2,164	204		422,5	2,270	239
80	104,7	2,368			382,0	2,509	
	$\alpha_0 = 0{,}0206$	$\alpha_{40} = 0{,}0222$	$\alpha_{80} = 0{,}0220$		$\alpha_0 = 0{,}0198$	$\alpha_{40} = 0{,}0243$	$\alpha_{80} = 0{,}0243$

XIV$_b$. $CoCl_2 + NaCl$.

	1) Zu 100 g d. 2. Lös. v. $CoCl_2$ 7,5 g NaCl. $s = 1{,}2028$ $w_{18} = 144{,}9$ $l_{18} = 1405$ (III)				2) NaCl verdoppelt. $s = 1{,}2361$ $w_{18} = 132{,}2$ $l_{18} = 1540$ (III)		
0	223,3	0,649	0,192		207,3	0,638	0,189
10	172,3	0,841	202		159,9	0,827	216
20	138,9	1,043	223		126,8	1,043	239
30	114,5	1,266	232		103,4	1,282	243
40	96,73	1,498	231		86,71	1,525	245
50	83,82	1,729	230		74,70	1,770	248
60	73,97	1,959	220		65,54	2,018	243
70	66,50	2,179	216		58,48	2,261	241
80	60,51	2,395			52,86	2,502	
	$\alpha_0 = 0{,}0195$	$\alpha_{40} = 0{,}0227$	$\alpha_{80} = 0{,}0225$		$\alpha_0 = 0{,}0201$	$\alpha_{40} = 0{,}0241$	$\alpha_{80} = 0{,}0242$

XIV$_c$. $CoCl_2 + KCl$.

	1) Zu 100 g d. 2. Lös. v. $CoCl_2$ 9,8 g KCl. $s = 1{,}1785$ $w_{18} = 121{,}04$ $l_{18} = 1723$ (II)				2) Zu 100 g der 3. Lösung 22,7 g KCl. $s = 1{,}2093$ $w_{18} = 85{,}25$ $l_{18} = 2446$ (II)		
0	179,2	0,676	0,177				
10	141,8	0,853	186		98,53	0,865	0,173
20	116,4	1,039	201		82,08	1,038	185
30	97,63	1,240	206		69,72	1,223	190
40	83,72	1,446	202		60,33	1,413	183
50	73,46	1,648	200		53,42	1,596	181
60	65,51	1,848	190		47,97	1,777	170
70	59,39	2,038	180		43,78	1,947	166
80	54,56	2,218			40,35	2,113	
	$\alpha_0 = 0{,}0180$	$\alpha_{40} = 0{,}0202$	$\alpha_{80} = 0{,}0197$		$\alpha_0 = 0{,}0168$	$\alpha_{40} = 0{,}0188$	$\alpha_{80} = 0{,}0179$

XV. $K_2SO_4ZnSO_4$.

	1) $p = 13{,}0$ kryst. Salz $s = 1{,}0872$ $w_{18} = 441{,}1$ $l_{18} = 509$ (I)				2) $p = 9{,}1$ kryst. Salz $s = 1{,}0613$ $w_{18} = 527{,}0$ $l_{18} = 386$ (III)		
11	515,4	0,856		10	632,6	0,833	0,204
20	422,7	1,043	0,217		508,3	1,037	219
30	350,1	1,260	228		419,5	1,256	233
40	296,4	1,488	223		353,9	1,489	221
50	257,8	1,711	213		308,2	1,710	209
60	229,3	1,924	198		274,5	1,919	206
70	207,9	2,122	181		247,9	2,125	198
80	191,5	2,303			226,8	2,323	
		$\alpha_{40} = 0{,}0222$	$\alpha_{80} = 0{,}0210$			$\alpha_{40} = 0{,}0222$	$\alpha_{80} = 0{,}0213$

XVI. K_2SO_4, $CuSO_4$.				XVII. $2KCl$, $CuCl_2$.		
t	w	l	d	w	l	d
	1. $p = 16{,}7$ Kryst.-Salz. $w_{18} = 359{,}8$ $l_{18} = 624$ (I)			1. $p = 33{,}3$ Kryst.-Sal. $s = 1{,}252$ $w_{18} = 104{,}7$ $l_{18} = 1944$ (III)		
0				149,4	0,701	
10				121,1	0,864	0,163
20				100,4	1,043	179
30	286,1	1,257	0,220	85,53	1,224	181
40	243,6	1,477	214	74,07	1,414	190
50	212,8	1,691	204	65,84	1,590	176
60	189,9	1,895	196	59,24	1,768	178
70	172,0	2,091		53,85	1,945	177
80				49,18	2,116	171
		$\alpha_{50} = 0{,}0219$	α_{80} 0,0210	$\alpha_0 = 0{,}0166$	$\alpha_{40} = 0{,}0188$	α_{80} 0,0180
	2. $p = 9{,}1$ Kryst.-Salz. $s = 1{,}0607$ $w_{18} = 593{,}0$ $l_{18} = 378$ (I)			2. $p = 12{,}8$ Kryst.-Salz. $s = 1{,}086$ $w_{18} = 193{,}1$ $l_{18} = 1055$ (III)		
0				290,2	0,665	
10	710,4	0,835		228,9	0,843	0,178
20	568,0	1,044	0,209	185,8	1,039	196
30	471,4	1,257	213	156,4	1,234	195
40	399,0	1,486	229	134,8	1,432	198
50	349,0	1,699	213	119,1	1,620	188
60	310,7	1,909	210	107,0	1,804	184
70	282,0	2,103	194	97,43	1,982	178
80	259,7	2,283	180	90,30	2,138	156
		$\alpha_{40} = 0{,}0221$	α_{80} 0,0207	$\alpha_0 = 0{,}0186$	α_{40} 0,0196	$\alpha_{80} = 0{,}0184$
	3. $p = 1$ Kryst.-Salz. $s = 1{,}0039$ $w_{18} = 3498$ $l_{18} = 58$ (III)			3. $p = 3{,}7$ Kryst.-Salz $s = 1{,}025$ $w_{18} = 581{,}0$ $l_{18} = 350$ (III)		
0				892,1	0,651	
10	4192	0,834		690,6	0,841	0,190
20	3350	1,044	0,210	555,2	1,046	205
30	2750	1,272	228	459,3	1,265	219
40	2331	1,501	229	391,2	1,485	220
50	2026	1,727	226	340,5	1,706	221
60	1800	1,944	217	302,9	1,918	212
70	1627	2,151	207	273,1	2,128	210
80	1494	2,342	191	252,3	2,302	174
		$\alpha_{40} = 0{,}0227$	α_{80} 0,0216	$\alpha_0 = 0{,}0194$	$\alpha_{40} = 0{,}0221$	$\alpha_{80} = 0{,}0210$

Zur Vergleichung der von mir gefundenen Leitfähigkeiten mit den von Hrn. F. Kohlrausch bestimmten stelle ich hier etliche meiner Resultate mit denen des Hrn. Kohlrausch zusammen und zwar von solchen Lösungen, die sich im Salzgehalt nur wenig voneinander unterscheiden.

	K.		T.		
	p	l	p	l	
Na_2SO_4	20	1830	20	1824	
	5	628	4,76	588	
KCl	20	2504	19,3	2456	
	10	1271	8	1147	
$KClO_3$	5	344	3,9	292	
KNO_3	10	786	9,1	657	
NH_4Cl	20	3147	19,9	3107	
	5	859	4,76	810	
K_2SO_4	5	429	4,76	404	
Na_2SO_4	10	644	7,4	519	
	5	383	3,7	306	
$MgSO_4$	17,3	456	17,3	456	aus NaCl bestimmt.
$CuSO_4$	15	395	14,75	385	
	5	177	5,16	181	
$ZnSO_4$	20	439	17,3	425	
	5	179	5,01	184	
$CaCl_2$	30	1550	32	1421	(Max. bei 25 Proc.)
	20	1616	19,2	1579	
	5	601	4,5	567	

Um mich zu überzeugen, ob die von mir gefundenen Zahlen für die Widerstände (oder auch für die Leitfähigkeiten) einer regelmässig verlaufenden Curve angehören, stellte ich für mehrere Lösungen die gefundenen Resultate graphisch dar und fand, dass diese immer sich sehr gut durch eine Curve verbinden lassen.

In der folgenden Tabelle habe ich auch die Werthe $l/m = \lambda$ für die einzelnen Lösungen bei 18° zusammengestellt. Diese λ geben die durchschnittliche Electricitätsmengen an, welche von einem Molecül überführt werden.

	m	l	λ		m	l	λ
NaCl	5,42	2016	372	$KClO_3$	0,33	292	885
	3,91	1824	466		0,08	81	1012
	0,84	588	700	KNO_3	0,95	657	691
KCl	2,93	2456	838		0,20	168	840
	1,13	1147	1015	NH_4Cl	3,95	3107	787
	0,33	323	980		0,90	810	900

	m	l	λ
K_2SO_4	0,565	404	715
Na_2SO_4	1,11	519	468
	0,54	306	567
$MgSO_4$	3,41	456	134
	0,39	124	318
$CuSO_4$	2,14	385	180
	0,68	181	266
$ZnSO_4$	2,57	425	166
	0,65	184	283
$FeSO_4$	2,83	433	153
	0,67	187	280

	m	l	λ
$CaCl_2$	7,52	1421	189
	4,05	1579	390
	0,84	567	675
$CuCl_2$	7,62	653	86
	5,76	838	145
	3,25	958	295
	1,45	669	461
	0,20	175	875
$CoCl_2$	6,61	1176	178
	3,71	1102	297
	2,32	841	362
	0,43	218	507

Man sieht hieraus, dass diese λ bei fast allen Lösungen mit zunehmender Verdünnung wachsen. Maxima, welche die Leitfähigkeit hinsichtlich des Salzgehaltes (p) z. B. bei $CaCl_2$ und $CuCl_2$ zeigt, treten hier nicht auf. Durch Zeichnen einer Curve, wobei m als Abscissen und λ als Ordinaten gewählt werden, kann man sich bei $CuCl_2$ überzeugen, dass λ von der ersten bis zur dritten Lösung langsamer zunimmt, als von der dritten zur verdünntesten Lösung.

Resultate.

Chlornatriumlösungen zeigen ein beständiges Anwachsen der Temperaturcoëfficienten mit Erhöhung der Temperatur. Bei mittlerem Procentgehalt sind diese Coëfficienten am kleinsten. Die Differenzen für je 10° werden von 0°—40° stetig grösser und bleiben von 40°—80° nahezu constant. Die Curve für die Leitfähigkeit ist deshalb bei niederen Temperaturen etwas gekrümmt, bei höheren aber nahezu gerade und hat somit eine Aehnlichkeit mit der Löslichkeitscurve von NaCl, nur ist sie steiler wie diese. Bei Temperaturen unter 0° zeigt die Curve keine auffallende Aenderung in ihrer Krümmung. Ich machte bei NaCl mehrere Bestimmungen unter 0°, da man aus der Grösse der Gefrierpunktserniedrigungen bei Temperaturen von ca. —10° NaCl mit $2H_2O$ verbunden in den Lösungen annahm.

Die Temperaturcoëfficienten für Chlorkalium sind bei niederen wie bei höheren Temperaturen nahezu constant, mit zunehmender Concentration werden sie etwas kleiner. Die Leitfähigkeitscurve ist also in dem Temperaturintervall

von 20° bis 80° beinahe vollkommen gerade (ähnlich wie die Löslichkeitscurve von KCl), steigt aber weniger steil an als diejenige für NaCl.

Die Lösungen von $KClO_3$ und KNO_3 zeigen ein ähnliches Verhalten wie die von NaCl. Die Differenzen wachsen bis 40° und blieben von da an nahezu constant; bei verdünnten Lösungen werden die Temperaturcoëfficienten etwas grösser.

Auch bei NH_4Cl bleiben die Differenzen nahezu constant, ebenso hat die verdünntere Lösung grössere Temperaturcoëfficienten. Dass sich hier keine Unregelmässigkeiten zeigen, ist auffallend, denn NH_4Cl ist bei höheren Temperaturen in der Lösung $NH_3 + HCl$ dissociirt.

Die Lösungen in Tab. I—V (NaCl, KCl, $KClO_3$, KNO_3 und NH_4Cl) zeigen also hinsichtlich ihrer Leitfähigkeit bei höheren Temperaturen das gleiche Verhalten. Die Temperaturcoëfficienten wachsen mit erhöhter Temperatur stetig an oder bleiben nahezu constant. Genannte Salze gelten auch als wasserfrei in ihren Lösungen.

Von den Sulfaten untersuchte ich zunächst das wasserfreie K_2SO_4. Bei diesem bleiben die Differenzen von 30° an nahezu constant. Auch bei Na_2SO_4 wächst die Leitfähigkeit mit der Temperatur so, dass die Differenzen von 30° an nahezu sich gleich bleiben. Ein auffallender Punkt, wie er sich in der Löslichkeitscurve von Na_2SO_4 bei 33° zeigt, kommt bei der Curve für die Leitfähigkeit nicht zum Vorschein, und dies hat auch bereits Hr. F. Kohlrausch durch seine Untersuchungen an Na_2SO_4 festgestellt. Zum Vergleiche mit meinen Resultaten führe ich hier folgende Zahlen des Hrn. Kohlrausch an:

Er fand die Leitfähigkeit einer Lösung von Na_2SO_4 von 15,37 Proc. Salzgehalt:

bei 15,95° = 799
„ 38,71° = 1308 } Differenz für 22,76° = 509; für 1° durchschnittl. = 22,4,
„ 80,1 ° = 2302 } „ „ 41,39° = 994; „ 1° „ = 24,0.

Meine erste Lösung von Na_2SO_4 hat 7,4 Proc. und zeigt folgende Leitfähigkeiten:

bei 18° = 519
„ 40° = 806 } Differenz für 22° = 287; für 1° durchschnittl. = 13,0,
„ 80° = 1350 } „ „ 40° = 544; „ 1° „ = 13,6.

Meine zweite Lösung hat 3,7 Proc. und zeigt folgende Leitfähigkeiten:

bei $18^0 = 306$ } Differenz für $22^0 = 170$; für 1^0 durchschnittl. $= 7{,}7$,
„ $40^0 = 476$ }
„ $80^0 = 797$ } „ „ $40^0 = 321$; „ 1^0 „ $= 8{,}0$.

Berücksichtigt man den Unterschied in dem Salzgehalte der einzelnen Lösungen, so entsprechen diese Zahlen einander ziemlich gut. (Die Temperaturcoëfficienten werden für Na_2SO_4 nach Kohlrausch mit zunehmender Concentration grösser).

Die folgenden Sulfate $MgSO_4$, $CuSO_4$, $ZnSO_4$ und $FeSO_4$ (Tab. VIII—XI) zeigen unter sich ein auffallend gleiches Verhalten. Bei allen nehmen die Differenzen bis 30^0 oder 40^0 zu und von da an stetig ab. Mit steigender Verdünnung werden die Temperaturcoëfficienten kleiner. Diese Salze krystallisiren stets unter Bindung von mehreren Molecülen Krystallwasser aus ihren Lösungen. Es ist anzunehmen, dass bereits in den Lösungen sich Hydrate bilden, welche bei höheren Temperaturen zerfallen.

Die Lösungen von Eisensulfat wurden bei ca. 70^0 immer trübe.

Bei $ZnSO_4$ theile ich zur Vergleichung hier diejenigen Zahlen mit, welche von von Beetz[1]) gefunden wurden:

Meiner ersten Lösung von Zinksulfat, welche in 100 g der Lösung 17,3 g wasserfreies Salz enthält, entspricht aus den Untersuchungsreihen des Hrn. Beetz jene Lösung am nächsten, welche in 100 g Wasser 21,58 g Salz enthält. Beetz fand für diese folgende Leitfähigkeiten:

l
bei $18{,}1^0 = 426{,}6$ } Differenz für $23{,}7^0 = 237.4$; für 1^0 durchschnittl. $= 10{,}0$,
„ $41{,}8^0 = 664{,}0$ }
„ $71{,}8^0 = 951{,}2$ } „ „ $30{,}0^0 = 287{,}2$; „ 1^0 „ $= 9{,}5$.

Ich finde für meine Lösung:

l
bei $18^0 = 425$ } Differenz für $22^0 = 233$; für 1^0 durchschnittl. $= 10{,}6$,
„ $40^0 = 658$ }
„ $70^0 = 952$ } „ „ $30^0 = 294$; „ 1^0 „ $= 9{,}8$.

Meiner zweiten $ZnSO_4$-Lösung (5,01 Proc.) entspricht die von Beetz am nächsten, welche in 100 g Wasser 7,73 g Salz enthält. Beetz fand:

1) Beetz, Pogg. Ann. **117.** p. 1. 1862.

	l				
bei	$19{,}9^0 = 238{,}2$	} Differenz für	$21{,}2^0 = 113{,}4$;	für 1^0 durchschnittl.	$= 5{,}3$,
„	$41{,}1^0 = 351{,}6$				
„	$78{,}6^0 = 518{,}8$	} „	„ $37{,}5^0 = 167{,}2$;	„ 1^0 „	$= 4{,}5$.

Ich finde für meine Lösung:

	l				
bei	$18^0 = 184$	} Differenz für	$22^0 = 89$;	für 1^0 durchschnittl.	$= 4{,}0$,
„	$40^0 = 273$				
„	$70^0 = 376$	} „	„ $30^0 = 103$;	„ 1^0 „	$= 3{,}4$.

Berücksichtigt man hierbei die Verschiedenheit in dem Salzgehalte je zweier miteinander verglichener Lösungen, so stimmen meine Resultate ganz gut mit denen von Beetz überein, die ja bekanntlich auf ganz andere Weise gefunden wurden.

Calciumchloridlösungen (Tab. XII) zeigen ein auffallendes Verhalten hinsichtlich ihrer Leitfähigkeit, sowohl bei verändertem Salzgehalt, wie bei der Erhöhung der Temperatur.

Die mittlere Lösung (19,2 Proc.) hat die grösste Leitfähigkeit; bei ungefähr 25 Proc. erreicht die Leitfähigkeit ein Maximum (nach F. Kohlrausch). Die bestleitende Lösung hat aber zugleich die kleinsten Temperaturcoëfficienten und diese nehmen mit Erhöhung der Temperatur nur wenig zu. Die Differenzen wachsen am raschesten bei den concentricten Lösungen. Bei keiner Lösung von $CaCl_2$ tritt ein Sinken der Temperaturcoëfficienten mit erhöhter Temperatur ein, trotzdem man $CaCl_2$ in seinen Lösungen als ein Hydrat von der Zusammensetzung $CaCl_2 + 6H_2O$ annimmt; wenigstens hat Hr. Rüdorff aus seinen beobachteten Gefrierpunktserniedrigungen dieses Hydrat berechnet. Das Salz wurde zwar im wasserfreien Zustande gelöst, hierbei fand aber eine grosse Wärmeentwicklung statt, die hauptsächlich von der Bildung eines Hydrates in der Lösung herrühren mag. Jedenfalls beginnt die Absonderung des Krystallwassers von den Salzmolecülen hier schon bei niedrigen Temperaturen. Hr. Etard[1]) nimmt nach seinen Beobachtungen über die Löslichkeit von $CaCl_2$ an, dass die Zersetzung von $CaCl_2 + 6H_2O$ bereits zwischen 6^0—40^0 vor sich geht. Ausserdem sind namentlich

1) Etard, Compt. rend. 98. p 1432. 1884; Beibl. 8. p. 801.

concentrirte Calciumchloridlösungen sehr zähflüssig. Durch die Wärme wird diese Zähigkeit bedeutend vermindert, und dies mag mit die Ursache sein, dass die Temperaturcoëfficienten verhältnissmässig rasch anwachsen.

Tabelle $XIII_a$ enthält die Resultate für fünf Kupferchloridlösungen. Diese sind für meine Untersuchungen am wichtigsten, da sie bei Veränderung der Temperatur oder der Concentration charakteristische Farbenwechsel zeigen, als deren Ursachen Veränderungen in dem Krystallwassergehalt gelten. Die Leitfähigkeit erreicht bei der dritten Lösung, welche 18,2 Proc. Salz enthält, ein Maximum. Die Lösung ist noch dadurch ausgezeichnet, dass ihre Temperaturcoëfficienten am kleinsten sind (wie bei $CaCl_2$); bei den concentrirteren wie verdünnteren Lösungen werden sie allmählich grösser. Hinsichtlich ihrer Farbe steht die dritte Lösung an der Grenze zwischen grün und blau; sie bildet sonach den Uebergang von den concentrirten grünen Lösungen zu den verdünnten blauen. Bei allen Lösungen wachsen die Temperaturcoëfficienten von 0^0—40^0 und fallen dann allmählich. Diese Zunahme ist bei der dritten bestleitenden Lösung am kleinsten, wird aber von hier aus sowohl gegen die concentrirteren wie verdünnteren Lösungen hin grösser. Dagegen ist die Abnahme der Coëfficienten von 40^0—80^0 bei der dritten Lösung am grössten und wird von dieser ausgehend nach beiden Seiten geringer.

Nachstehende Tabelle zeigt die Leitfähigkeiten der fünf Lösungen bei 18^0, ihre Temperaturcoëfficieten etwa bei 0^0, 40^0 und 80^0, sowie die Zunahme derselben zwischen 0^0 40^0 und deren Abnahme von 40^0—80^0.

	p	l_{18}	α_0	Zunahme von 0—40°	α_{40}	Abnahme v. 40—80°	α_{80}
1.	35,2	653	0,0232	38	0,0270	4	0,0266
2.	28,7	838	200	26	226	17	209
3.	18,2	958	184	10	194	26	168
4.	9,0	669	186	14	200	24	176
5.	1,35	175	197	32	220	14	215

Ich beobachtete bei allen Lösungen während der Untersuchungen einen Farbenwechsel, der allmählich zwischen

40° und 50° eintrat, also zu gleicher Zeit wie das Fallen der Temperaturcoëfficienten. Auch erwärmte ich Proben von den Lösungen in Reagenzgläsern und beobachtete die Temperaturen, bei denen Farbenänderungen sich zeigten. Die grünen Lösungen wurden über 40° gelb, die blauen bei derselben Temperatur grün und bei 80° mehr oder weniger glänzend olivfarben. Da der Farbenwechsel und das Fallen der Temperaturcoëfficienten bei allen Lösungen bei der nämlichen Temperatur eintritt, so ist die Annahme wohl gerechtfertigt, dass beide Erscheinungen Folgen derselben Ursache sind — nämlich Folgen einer Veränderung in der Constitution der Lösungen bei erhöhter Temperatur. Die Farbenänderung ist wohl sicher Folge des Verlustes an Krystallwasser, also wird die Abnahme des Krystallwassergehaltes wohl auch das verminderte Anwachsen der Leitfähigkeit bedingen.

Dass die dritte Lösung die grösste Leitfähigkeit hat, lässt sich vielleicht durch die Annahme erklären, dass in ihr die Salzmolecüle mit einer grösseren Menge von Krystallwassermolecülen verbunden sind, als in den beiden concentrirteren Lösungen. Man nimmt ja überhaupt an, dass in verdünnten Lösungen Kupferchlorid mehr Krystallwasser enthalte, als in concentirten, schon wegen des Unterschiedes in der Farbe. Hr. Rüdorff nimmt bezüglich der Gefrierpunktserniedrigungen $CuCl_2 + 12\,H_2O$ in Lösungen an, die bis 16—20 Proc. Salz enthalten, bei concentrirteren dagegen $CuCl_2 + 4\,H_2O$. Die dritte Lösung enthält 18,2 Proc. und steht somit an der Grenze der ersteren. Die grössere Leitfähigkeit dieser Lösung gegenüber den beiden concentrirteren kann nun daher rühren, dass sie die grösste Menge gebundener Wassermolecüle enthält.

Das verhältnissmässig langsame Anwachsen der Leitfähigkeit zwischen 0° und 40° bei der dritten Lösung gegenüber den concentrirteren und verdünnteren Lösungen mag darin seinen Grund haben, dass die Geschwindigkeit der mit so vielen Wassermolecülen beladenen Salzmolecüle durch die Erwärmung nicht so stark vergrössert wird, wie bei den concentrirteren, aber wasserärmeren Lösungen, und dass gegenüber den verdünnteren, aber wasserreichen Lösungen bei der dritten Lösung die Reibung der Salzmolecüle eine

grössere ist. Da also nach dieser Annahme die dritte Lösung relativ das meiste Krystallwasser enthält und dieses die erhöhte Leitfähigkeit bedingt, so müssen bei dieser Lösung durch den Verlust an Krystallwasser auch die Coëfficienten von 40° an verhältnissmässig am meisten sinken; auch mag die Entwässerung hier, wenn auch nicht rascher, so doch ausgiebiger erfolgen.

Durch Zusatz von Chlornatrium oder Chlorkalium tritt der Farbenwechsel, also auch die Abspaltung des Krystallwassers schon bei niedrigeren Temperaturen und intensiver ein. Durch Zusatz von NaCl werden die Temperaturcoëfficienten grösser; die Differenzen fallen auch bei diesen Mischungen von 40° an, doch nicht in demselben Maasse, wie bei der reinen Kupferchloridlösung und um so weniger, je mehr NaCl zugesetzt wird. Trotzdem also die Entwässerung hier früher beginnt, tritt ein Sinken der Temperaturcoëfficienten nicht früher und noch dazu in geringerem Maasse ein. Der Grund hiervon liegt in dem Anwachsen der Coëfficienten bei Chlornatrium. Folgende Zahlen mögen dies veranschaulichen:

	$CuCl_2$ (9 Proc.)	NaCl (4,76 Proc.)	$CuCl_2$ (9 Proc.) + NaCl (4,4 g)	$CuCl_2$ (9 Proc.) + NaCl (8,8 g)
α_{40}	200	234	207	212
	−24	+10	−12	−6
α_{80}	176	244	195	206

Durch geringen Zusatz von Chlorkalium werden zwar die Temperaturcoëfficienten etwas grösser, doch nehmen sie mit zunehmendem Gehalt von KCl ab, wie es auch bei reinen Chlorkaliumlösungen der Fall ist. Bei höheren Temperaturen verhalten sich die Coëfficienten ähnlich wie bei Zusatz von NaCl; je mehr KCl der Kupferchloridlösung zugesetzt wird, desto geringer ist die Abnahme derselben von 40°—80°.

Um sicher zu sein, dass der Verlauf der Leitfähigkeit der Kupferchloridlösungen bei höheren Temperaturen keine wesentliche Aenderung erleidet, mag das Salz sauer oder basisch sein, versetzte ich eine Kupferchloridlösung mit Salzsäure und eine andere mit Kupferoxydhydrat. Das Verhalten der Temperaturcoëfficienten wurde dadurch nicht geändert.

Die Salzsäure wirkt stark wasserentziehend, von 40° an werden die Differenzen etwas kleiner.

Die vier untersuchten Cobaltchloridlösungen sind durchgehends roth; die concentrirteren dunkelroth, die verdünnteren hellroth. Bei hohen Temperaturen (über 100°) werden diese Lösungen blau infolge des Verlustes ihres Krystallwassers. Bei 80° zeigen nur die concentrirteren geringe Farbenänderung. Dementsprechend sinken die Temperaturcoëfficienten bei den höheren Temperaturen nur sehr wenig, bei den verdünnteren Lösungen bleiben sie von 40° an nahezu constant. Von der concentrirten Lösung ausgehend, werden die Coëfficienten anfangs etwas kleiner, nehmen aber bei steigender Verdünnung wieder zu. Obwohl die erste und zweite Lösung im Salzgehalt um 9 Proc. voneinander verschieden sind, ist doch der Unterschied in ihren Leitfähigkeiten nur sehr gering. Möglicherweise könnte dazwischen ein Maximum, wenn auch nur von geringer Erhebung, liegen.

Durch Zusatz von NaCl und KCl tritt die blaue Farbe schon bei verhältnissmässig niederen Temperaturen auf. Hr. Kallir[1]) hat den Gang der Entwässerung bei Lösungen von Cobaltchlorid, die mit Chlornatrium versetzt sind, mittelst Lichtabsorption der Lösung untersucht und gefunden, dass für alle derartigen Lösungen und für jeden beliebigen Kochsalzgehalt der Verlauf der Entwässerung wesentlich derselbe ist. Das Variiren des Kochsalzgehaltes bewirkt blos ein Verschieben des Temperaturintervalles, innerhalb dessen die Entwässerung vor sich geht, und zwar beginnt die Entwässerung bei um so niedrigeren Temperaturen, je grösser der Gehalt an Kochsalz ist. Je mehr NaCl zugesetzt wird, desto grösser werden die Coëfficienten und desto weniger fallen sie bei höheren Temperaturen. Die zweite mit NaCl versetzte Lösung war bereits bei 40° blau.

Chlorkalium wirkt ebenso wie Chlornatrium, nur in geringerem Maasse; durch erhöhten Zusatz von KCl werden aber die Temperaturcoëfficienten etwas kleiner.

Die drei untersuchten Doppelsalze: Kaliumkupfersulfat,

1) Kallir, Wied. Ann. **31.** p. 101. 1887.

Kaliumzinksulfat und Kaliumkupferchlorid zeigen gleiches Verhalten. Mit zunehmender Verdünnung werden die Coëfficienten grösser und fallen bei höheren Temperaturen.

Diese Doppelsalze sind jedenfalls in Wasser dissociirt. Zerfällt bei höheren Temperaturen das Doppelsalz in seine Componenten, dann wird das Kaliumsalz Wasser binden und deshalb eine raschere Entwässerung der anderen Salzmolecüle ($CuSO_4$, $ZnSO_4$, $CuCl_2$) herbeiführen.

Auf Grund dieser aus meinen Versuchen gewonnenen Resultate glaube ich folgende Schlüsse ziehen zu dürfen:

Die Salze sind in ihren Lösungen theils als Hydrate, theils wasserfrei enthalten. Mit höheren Temperaturen nimmt der Krystallwassergehalt allmählich ab. Auch mit der Concentration kann die Zahl der den Salzmolecülen anhaftenden Wassermolecüle eine verschiedene sein.

Demnach wirkt das Krystallwasser beeinflussend auf die electrische Leitfähigkeit von Lösungen.

Wenn die Lösungen eines Salzes bei einem gewissen Procentgehalt ein Maximum der Leitfähigkeit und gleichzeitig ein Minimum der Temperaturcoëfficienten zeigen (wie bei $CaCl_2$ und $CuCl_2$), so kann dies darin seinen Grund haben, dass bei weiterer Concentration relativ weniger Hydratwasser vorhanden ist.

Salze, welche wasserfrei in ihren Lösungen enthalten sind, haben Temperaturcoëfficienten, die mit Erhöhung der Temperatur immer anwachsen oder von einer bestimmten Stelle an constant bleiben; Salze dagegen, welche als Hydrate in ihren Lösungen vorkommen, zeigen zwar beim Erwärmen anfangs ein beschleunigtes Anwachsen der Leitfähigkeit, sobald aber mit zunehmender Temperatur die Wassermolecüle von den Salzmolecülen sich abspalten, beginnen die Temperaturcoëfficienten zu sinken. Die Curve der Leitfähigkeit enthält also in diesem Falle einen Wendepunkt.

Letztere Erscheinung tritt jedoch beim Calciumchlorid[1]) nicht ein, obwohl dieses ebenfalls als Hydrat in seinen Lösungen gilt. Bei diesem vollzieht sich der Entwässerungs-

1) Das Natriumsulfat ist wohl nicht als Hydrat mit $10H_2O$ in der Lösung enthalten.

process jedenfalls schon bei niedrigen Temperaturen. Bei den Calciumchloridlösungen wird durch die Wärme die Zähigkeit der Lösungen, die namentlich bei den concentrirten gross ist, bedeutend vermindert, was schon aus der Grösse der Temperaturcoëfficienten und deren raschen Anwachsen zu schliessen ist; dadurch kann sehr wohl der Einfluss der Deshydration verdeckt werden.

Ich glaube, dass wenn man die von mir beobachteten Thatsachen vom Standpunkte der neuen (Dissociations-) Theorie erklären wollte, man ohne Berücksichtigung des Einflusses des Krystallwassers auf grosse Schwierigkeiten stossen würde.

Hr. Arrhenius erklärt das von ihm beobachtete Auftreten von negativen Temperaturcoëfficienten bei Phosphorsäure (bei 75°) durch eine Abnahme der Zahl der leitenden Molecüle mit zunehmender Temperatur.

Hr. Arrhenius[1]) sagt:

„Wenn von einem Electrolyten eine ganz bestimmte und von der Temperatur unabhängige Anzahl von Molecülen leitend wäre, so kann man nur folgende beide Gründe der Aenderung der Leitfähigkeit anerkennen. 1. Die leitenden Molecüle (Ionen) bleiben nicht nur in Anzahl, sondern auch in Zusammensetzung durch die Temperaturänderung unverändert. Dann muss die Reibung der Ionen nach aller Erfahrung abnehmen, also die Leitfähigkeit zunehmen. 2) Die leitenden Molecüle könnten aus Hydraten bestehen und die Zunahme der Temperatur eine Aenderung nicht der Anzahl, sondern der Zusammensetzung der Ionen hervorrufen. Alle bisherigen Versuche lassen sich nur so deuten, dass die Zusammensetzung der Hydrate mit zunehmender Temperatur kleiner wird. Die leitenden Molecüle müssten also unter dieser Voraussetzung Wasser abspalten, d. h. die Anzahl der darin enthaltenen Atome bei höherer Temperatur vermindern. In diesem Falle würde die Reibung der Ionen noch aus diesem zweiten Grunde abnehmen. Ebenso würde es gehen, wenn man annehmen würde, dass die leitenden Molecüle andere nichtleitende Molecüle angelagert hätten. Es gibt

1) Arrhenius, Zeitschr. f. phys. Chem. 4. (1) p. 115. 1889.

also keinen anderen Ausweg, als anzunehmen, dass die Anzahl der leitenden Molecüle mit steigender Temperatur vermindert wird, d. h. dass einige Molecüle leitend, andere nichtleitend sind, was als Ausgangspunkt für die Dissociationstheorie gedient hat."

Soweit uns bis jetzt bekannt ist und auch wohl a priori höchst wahrscheinlich ist, kann die Dissociation im eigentlichen Sinne des Wortes, d. h. der Zerfall eines Molecüles in seine Atome, mit steigender Temperatur nur wachsen, indem die zugeführte Wärme eine Arbeit entgegen den anziehenden Kräften, welche die Verbindung zusammenhalten, leistet, und mit solchen haben wir es bei dem Zerfall in den Ionen zu thun; ganz anders ist es, wenn chemische Reactionen zwischen den gelösten Theilen und dem Lösungsmittel eintreten.[1])

Hr. Kranhals folgert aus seinen Versuchen, dass die Zunahme der Leitfähigkeit mit der Temperatur weniger von einer Vermehrung der Dissociation, als von einer Verminderung der inneren Reibung herrührt. Auch findet er ganz andere Werthe für die electrische Dissociationswärme, wie Hr. Arrhenius.

Die Abspaltung der Krystallwassermolecüle bei höherer Temperatur kann das Wachsen der electrischen Leitfähigkeit verzögern, weil die gebundenen Wassermolecüle zuvor mit den Ionen wanderten und vielleicht auch an der Electricitätsleitung theilnahmen, während sie nach der Entwässerung zum Lösungswasser übertreten und so für die wandernden Ionen durch die mit ihnen stattfindenden Zusammenstösse neue Bewegungshindernisse sind.

Das auffallende Verhalten der Kupferchloridlösungen, welche beim Uebergang von verdünnten zu concentrirten Lösungen einen Farbenwechsel von blau in grün und ein mit diesem Uebergang zusammenfallendes Maximum der Leit-

1) Die von Hrn. Arrhenius als Beispiel einer Dissociation mit Wärmeentwickelung aufgeführte Umsetzung von Ozon in Sauerstoff ist keine Dissociation im engeren Sinne des Wortes wie diejenige der Salzmolecüle in ihre Ionen, sondern entspricht dem thermischen Process $-2(O_3) + 3(O_2)$.

fähigkeit zeigen, bei welchen ferner auch mit zunehmender Temperatur ein analoger Farbenwechsel und gleichzeitig ein Wendepunkt in der Leitfähigkeitscurve sich zeigt, ist wahrscheinlicher eine Folge von Hydratbildungen in der Lösung, als eine solche von Dissociationsänderungen und lässt sich jedenfalls leichter durch Annahme der ersteren, wie unter Zugrundelegung der letzteren erklären.

Am Schlusse meiner Arbeit möchte ich neben dem Danke, welchen ich Hrn. Prof. E. Wiedemann zolle, auch Hrn. Rect. Füchtbauer für Ueberlassung von Apparaten etc. den besten Dank aussprechen.

Nürnberg, Wintersemester 1889/90.